

- Краснобаева З. Н., Степанченко-Рудник Г. И., Гроховская И. М. Исследование гомогенатов органов и гемолимфы кровососущих клещей методом электрофореза // Мед. паразитол.— 1971.— 40, № 6.— С. 704—708.
- Степанченко-Рудник Г. И., Гармаев А. П., Гроховская И. М. Изучение белкового спектра органов напивавшихся и голодных клещей *Hyalomma dromedarii* методом электрофореза в полиакриламидном геле // Там же.— 1975.— 44, № 4.— С. 443—437.
- Филиппович Ю. Б., Егорова Т. А., Севастьянова Г. А. Практикум по общей биохимии.— М.: Просвещение, 1975.— 318 с.
- Филиппович Ю. Б., Щеголева Л. И. Исследование растворимых белков тканей тутового шелкопряда *Bombyx mori* L. методом электрофореза в полиакриламидном геле // Докл. АН СССР.— 1967.— 174, № 1.— С. 240—242.
- Bruce W. A., Chiesa F., Marcheffi A., Griffiths D. A. Laboratory feeding of *Varroa jacobsoni* Oudemans on natural and artificial diets (Acari: Varroidae) // Apidologie.— 1988.— 19, N 2.— P. 209—217.
- Cons L. B., Rosell-Davis R. The relationship between feeding vitellogenin production and vitellogenesis in the tick *Dermacentor variabilis* // Proc. 18th Intern. Congr. Entomol., Vancouver, July 3—9, 1988.— P. 263.
- Davis B. J. Disk electrophoresis I. Method and application to human serum proteins // Ann. N. Y. Acad. Sci.— 1964.— 121.— P. 404—428.
- Li Shao-wen, Yang Qien-mai, Meng Yu-pin, Chang J. T. at al. Studies on the haemolymph protein of two species of honeybees, *Apis mellifera* and *A. cerana* // Acta entomol. Sinica.— 1982.— 25, N 2.— P. 321—330.
- Ornstain Z. Disk electrophoresis. I. Background and theory // Ann. N. Y. Acad. Sci.— 1964.— 121.— P. 185—190.
- Rosell-Davis R., Cons L. B. Purification and characterization of vitellin from the eggs of *Dermacentor variabilis* // Proc. 18th Intern. Congr. Entomol., Vancouver 3—9 July, 1988.— P. 143.
- Tewarson N. C. Immunologische Untersuchungen für Ernährung und Fortpflanzung von *Varroa jacobsoni* // Diagnose und Therapie der Varroatose.— Intern. Sympos. über Bienenbiologie, Oberrusel 19.9—1.10 1980.— Apimondia.— Verlag: Bukarest.— 1981.— S. 39—47.
- Tewarson N. C., Engels W. Undigestion of nonhost proteins by *Varroa jacobsoni* // Apimologie.— 1982.— 21, N 4.— P. 222—225.

Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена АН УССР
(Киев)

Получено 17.03.89

УДК 595.422:591.5

И. В. Пилецкая, С. Г. Погребняк

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЕЩЕЙ *VARROA JACOBSONI* В ТРУТНЕВОМ РАСПЛОДЕ МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ

В настоящее время широко распространен один из способов борьбы с варроатозом — удаление трутневого расплода, более предпочитаемого паразитом, чем пчелиный расплод. В связи с этим представляют практический интерес вопросы пространственного и количественного распределения клещей в расплоде, возможная зависимость их распределения от микроклиматических условий гнезда.

На характер распределения клещей в расплоде существуют самые противоречивые точки зрения. Так, Фремут (Fremuth, 1984) связывает распределение клещей в расплоде с наружной температурой и утверждает, например, что в разгар лета *Varroa* предпочитает самые кромочные участки, а в более холодное время — центр гнезда. Сальченко (1972), Полтев (1973), Докторов и др. (1980) полагают, что самки *Varroa* чаще откладывают яйца в ячейки с расплодом, расположенные по краям и в нижней части сотов (в сильно зараженных семьях), где по сравнению с центром гнезда температура более благоприятна для их развития. По подсчетам этих авторов 48—80 % всех клещей, находящихся в трутневом расплоде, собираются на крайних сотах. По наблюдениям Артеменко и Сабатина (1983), Ветловой и Гапоновой (1984), на трутневых сотах наибольшее число клещей скапливается в зонах с самой стабиль-

ной температурой, расположенных в верхней предлетковой и срединной части сота. И наконец, Ланге с соавторами (1978) полагают, что распределение клещей в расплоде случайное, но гнездовое (групповое).

В нашей работе мы использовали несколько методов статистической обработки результатов с целью более доказательного определения закономерности распределения клещей в трутневом расплоде при различном расположении расплода в гнезде пчел.

Материал и методики. Материал был собран на экспериментальной пасеке Института зоологии им. И. И. Шмальгаузена АН УССР. Пробы трутневого расплода взяты в течение недели из двух одинаковых по силе семей с примерно равной степенью заражения клещами. Из гнезд пчел были изъяты различные участки с трутневым расплодом: трутневый сот в центре гнезда, трутневые сотики в центре двух рамок, «пирог» в нижней части рамки, кромочный угол с трутневым расплодом. В каждой вскрытой ячейке трутневого расплода были подсчитаны самки-основательницы клещей. Случаи наличия пяти и больше самок объединены под определением «пять самок». Координаты ячейки описывают ее положение относительно краев рамки. Полученные данные были использованы для построения схем распределения клещей и дальнейшей математической обработки данных. Расчеты выполнялись по традиционным методикам с использованием авторских программ для персонального компьютера и программирующегося калькулятора.

Результаты и обсуждение. Исходным материалом для количественного и пространственного распределения клещей послужили восемь выборок, пронумерованные нами N 1—8, из которых N 1 и 2; N 3 и 4; N 6 и 7 представляют собой две стороны одного и того же участка расплода. Схемы, отражающие распределение клещей в каждой отдельно взятой выборке, представлены на рис. 1—5, результаты первичной статистической обработки и сравнение теоретических частот распределения Пуассона с практическими отражены в табл. 1, результаты корреляционного анализа — в табл. 2.

Распределение количества самок-основательниц в ячейках расплода в пяти выборках из восьми (N 1, 3, 5, 6, 7) согласуется с распределением

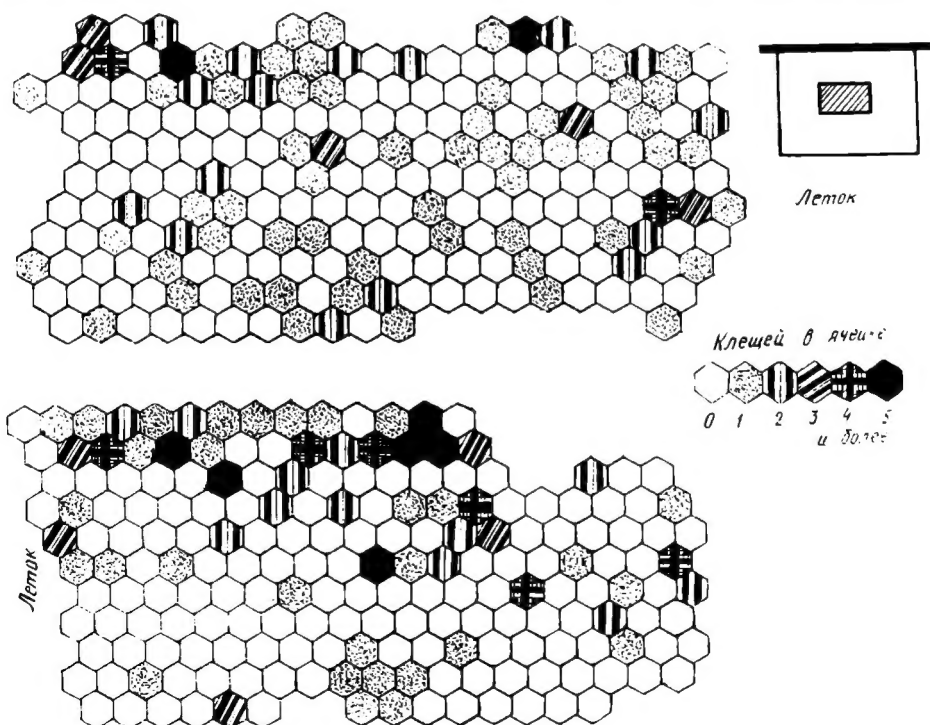


Рис. 1. Схемы заселения клещами трутневого расплода, выборки № 1 (верхняя) и 2 (нижняя).

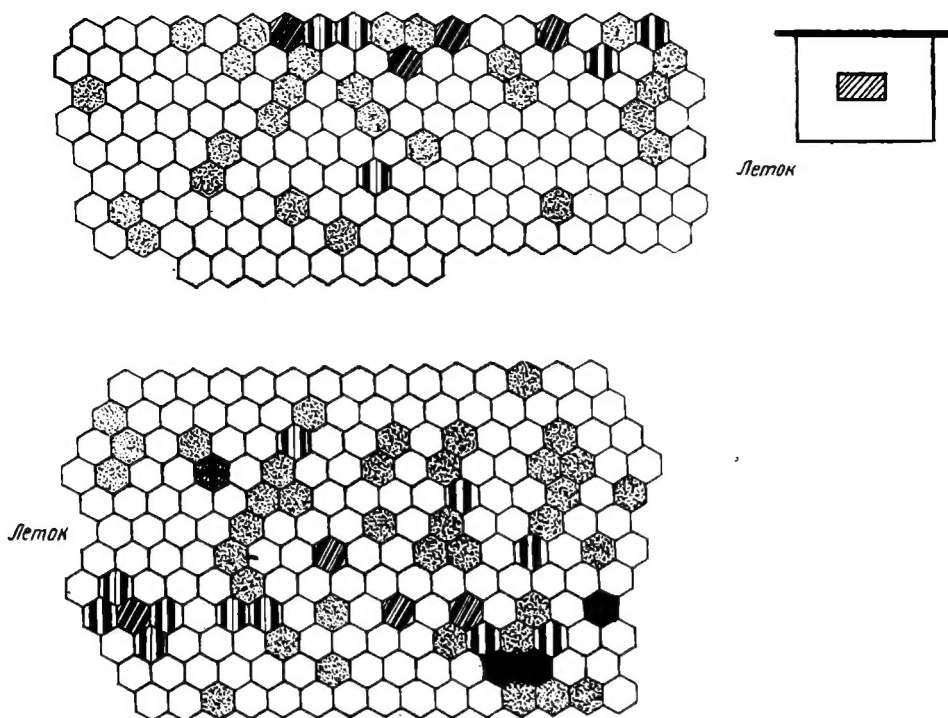


Рис. 2. Схема заселения клещами трутневого расплода, выборки № 3 (верхняя) и 4 (нижняя).

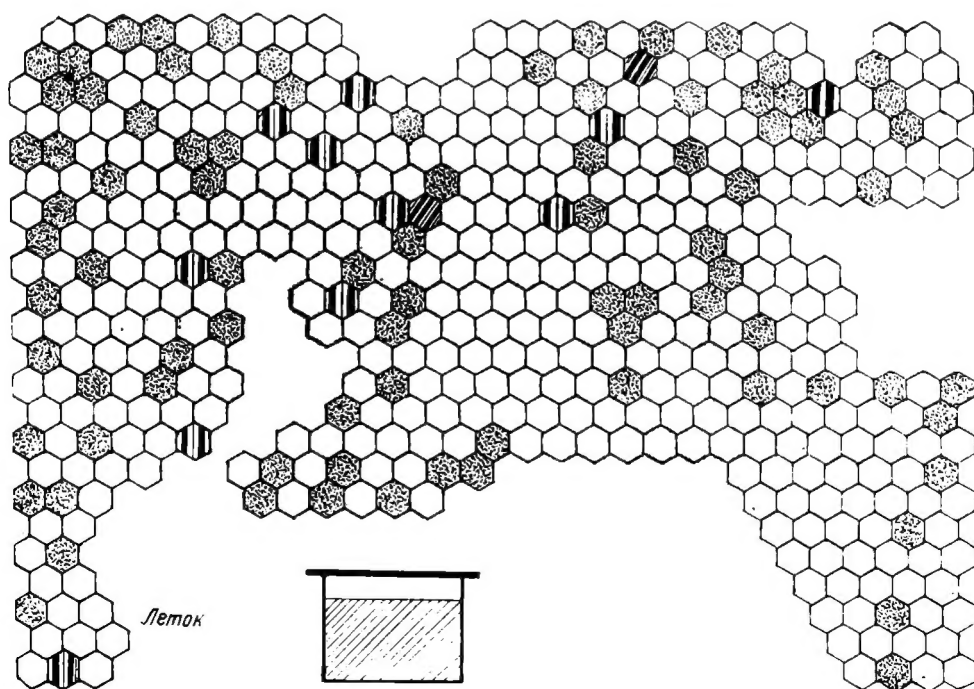


Рис. 3. Схема заселения клещами трутневого расплода, выборка № 5.

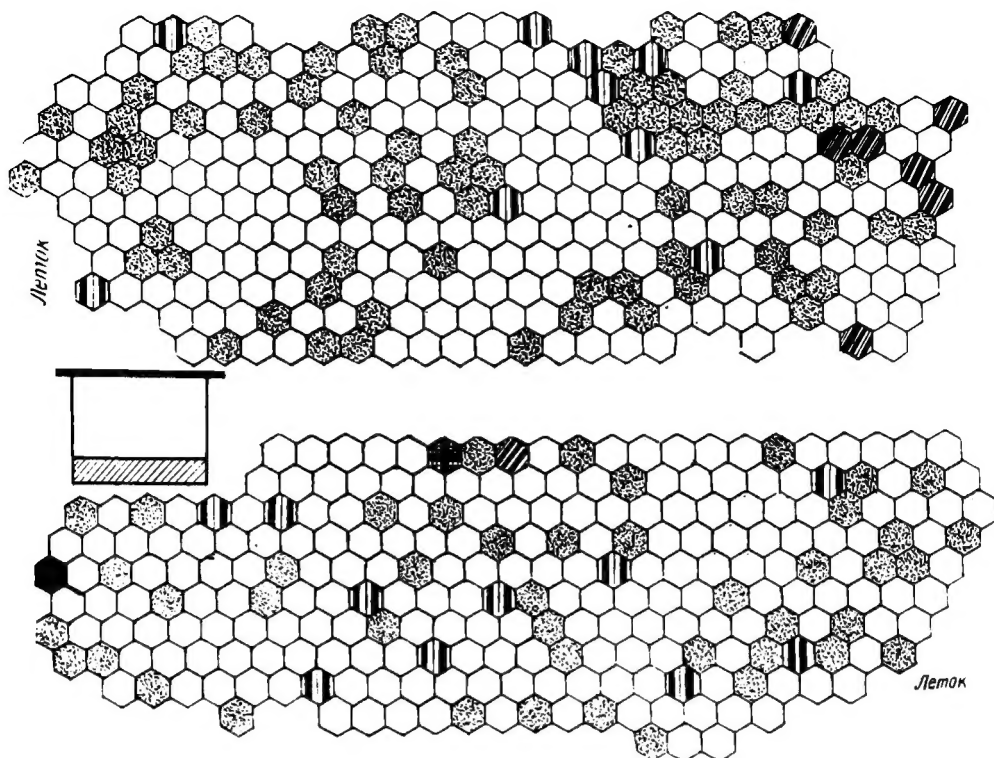


Рис. 4. Схема заселения клещами трутневого расплода, выборка № 6 (верхняя) и 7 (нижняя).

Пуассона, то есть не отличается от случайного. Поэтому отличия от Пуассоновского распределения в выборках N 2, 4, 8 мы трактуем не как закономерность, а как тенденцию, которая такова: ячеек, занятых одним клещом, меньше, чем можно было бы ожидать при случайном распределении, соответственно больше незаселенных ячеек и содержащих 3—5 клещей. Другими словами, прослеживается тенденция к объединению клещей в группы. Этот вывод подтверждается тем, что сигма превышает среднюю арифметическую во всех выборках (в табл. 1 это отражено в коэффициенте вариации — он во всех случаях больше 100 %), а также тем, что при объединении всех данных в одну выборку отличие от распределения Пуассона достоверно (табл. 3).

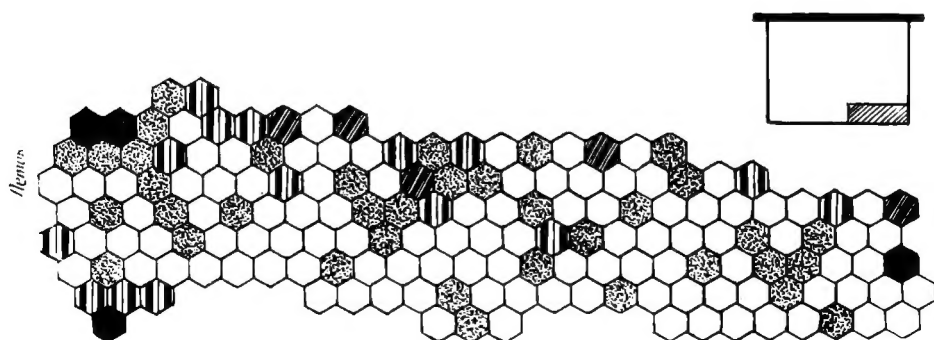


Рис. 5. Схема заселения клещами трутневого расплода, выборка № 8.

Таблица 1. Результаты первичной статистической обработки и сравнения по критерию хи-квадрат теоретических и практических частот распределения выборок N1—8

	N1			N2			N3			N4		
1	0	123	113	0	135	104	0	123	117	0	139	123
	1	55	65	1	30	64	1	26	35	1	37	57
	2	14	19	2	12	20	2	5	5	2	11	13
	3	5	4	3	4	4	3	4	0.5	3	4	2
	4	2	0.5	4	6	0.6	4	0	0.04	4	1	0.2
	5	2	0.06	5	6	0.08	5	0	0.003	5	3	0.02
2	201			193			158			195		
3	0.577±0.065			0.622±0.088			0.304±0.052			0.4620±0.066		
4	0.388			0.301			0.221			0.287		
5	160			196			215			201		
6	8.062 (2)			57.884 (2)			4.778 (1)			10.038 (1)		

	N5			N6			N7			N8		
1	0	353	351	0	193	190	0	190	182	0	103	88
	1	86	89	1	78	79	1	45	56	1	37	55
	2	11	11	2	10	16	2	10	9	2	15	17
	3	2	0.9	3	7	2	3	1	0.9	3	5	4
	4	0	0.06	4	0	0.2	4	1	0.07	4	0	0.6
	5	0	0.003	5	0	0.02	5	1	0.003	5	4	0.07
2	452			288			248			164		
3	0.252±0.024			0.413±0.040			0.310±0.043			0.622±0.082		
4	0.219			0.330			0.234			0.372		
5	204			164			216			168		
6	0.202 (1)			0.142 (1)			3.431 (1)			12.698 (2)		

Примечание. 1 — варианты количества клещей в ячейках (первая колонка), практические (вторая колонка) и теоретические (третья колонка) частоты распределения Пуассона; 2 — выборка (количество ячеек, занятых располдом); 3 — средняя арифметическая и ошибка средней (интенсивность заражения клещами); 4 — плотность заселения (отношение количества заселенных ячеек к общему количеству ячеек в располде; экстенсивность заражения); 5 — коэффициент вариации (%); 6 — значения критерия хи-квадрат и степени свободы (подчеркнутые больше табличных — распределение не соответствует Пуассоновскому).

Что касается пространственного распределения, то оно настолько же слабо отличается от равномерного, насколько количественное — от случайного. В выборках, где неравномерность распределения выявлена наиболее существенно, коэффициенты корреляции между координатами ячейки и количеством в ней клещей (признаки 1—3, 2—3), а также между координатами и наличием в ячейке клещей (признаки 1—4, 2—4) с трудом превышают 0.300. Тем не менее на основании и такого материала можно предложить некоторые обобщения.

Во-первых, увеличение значения коэффициента корреляции между координатой и количеством клещей в ячейке всегда сопровождается увеличением корреляции этой же координаты с наличием клещей. Корреляция между упомянутыми коэффициентами (признаки 23—24, 13—14 в табл. 4) превышает +0.900. Это означает, что образование групп клещей не связано со «стремлением» образовывать группы, а соответствует локальной концентрации клещей на участке располда.

Во-вторых, анализ корреляционных матриц каждой отдельной выборки (табл. 2) и объединенных выборок (табл. 3) дает повод говорить о том, что существует тенденция увеличения количества занятых клещами ячеек в верхней части располда. Однако при объединении выборок в одну тенденция не сохраняется. С учетом того, что расположение располда различное, а для расчетов были использованы абсолютные координаты ячеек, то есть относительно краев рамки, можно сделать вывод, что пространственное распределение клещей не зависит от рас-

Т а б л и ц а 2. Результаты корреляционного анализа выборок N1—8

N1				N2			
1	2	3	4	1	2	3	4
2	—069	.028	.055	2	.190	—002	—042
3		—256	—181	3		—371	—342
			.790				.783
N3				N4			
1	2	3	4	1	2	3	4
2	—007	.085	.040	2	—043	.070	.096
3		—374	—320	3		.168	.090
			.874				.785
N5				N6			
1	2	3	4	1	2	3	4
2	.092	—085	—088	2	.057	.194	.106
3		—109	—101	3		—179	—179
			.874				.870
N7				N8			
1	2	3	4	1	2	3	4
2	—142	—045	.019	2	.056	—158	—152
3		—021	.034	3		—266	—269
			.840				.774

П р и м е ч а н и е. 1 — горизонтальная координата; 2 — вертикальная координата (отсчет сверху вниз); 3 — количество клещей в ячейке; 4 — наличие/отсутствие клещей в ячейке (1/0).

положения расплода на рамке. Практическое отсутствие корреляции горизонтальной координаты с заселением ячеек расплода клещами (как в каждой отдельной выборке, так и в выборках N 13 и N 14, объединяющих варианты, для которых леток расположен соответственно справа и слева) свидетельствует об отсутствии положительной или отрицательной ориентации клещей на леток. Другими словами, в масштабах улья неоднородностей пространственного распределения клещей нет, в масштабах участка трутневого расплода имеет место тенденция к неоднородности, описанная выше.

Отсутствие существенно выявленных закономерностей подтолкнуло нас к дополнительному анализу связей между результатами первичной статистической обработки и результатами последующего корреляционного анализа. Итоги такого подхода следующие. Во-первых, корреляция между величиной выборки и интенсивностью заражения (табл. 4 признаки 5—6), выборкой и экстенсивностью (признаки 5—7) существенно, чем корреляция, которую мы наблюдали при предыдущем анализе пространственного и количественного распределения. Другими словами, размер расплода существенно влияет на характер заражения: чем меньше участок, занятый расплодом, тем больше ячеек занято клещами и тем чаще образуются группы клещей. Во-вторых, высока и положительна корреляция между экстенсивностью и интенсивностью заражения (табл. 4 признаки 6—7), что дополнительно подтверждает уже сделанный раньше вывод о том, что образование групп клещей является, скорее всего, следствием увеличения плотности заселения расплода. В-третьих, коэффициент корреляции между наличием и количеством клещей в ячейке (табл. 2, 3 признаки 3—4) отражает количественную однородность заселения расплода. Этот коэффициент был бы равен +1

Таблица 3. Результаты первичной статистической обработки, сравнения по критерию хи-квадрат теоретических и практических частот распределения, а также корреляционного анализа объединенных выборок N9—14

№ 9				№ 10			
	2	3	4		2	3	4
1	.274	.088	.057	1	.056	.012	.007
2		— .014	.012	2		— .319	— .258
3			.803	3			.770

№ 9				N11			
1	0	1359	1255		2	3	4
	1	394	520	1	— .043	.061	.065
	2	88	108	2		.035	— .027
	3	32	15	3			.812
	4	10	2				
	5	16	0.1				
2			1899				
3			0.414 ± 0.019				
4			0.284	1	— .027	.081	.063
5			198	2		— .104	— .084
6			140.678 (2)	3			.857

N13				N14			
	2	3	4		2	3	4
1	— .293	.037	.064	1	— .294	.110	.050
2		— .127	— .105	2		— .102	.001
3			.826	3			.779

Примечание. Выборка 9 — объединение всех восьми выборок; выборка 10 — объединение выборок N1, 2; выборка 11 — объединение выборок N3, 4; выборка 12 — объединение выборок N6, 7; выборка 13 — объединение выборок N1, 3, 7; выборка 14 — объединение выборок N2, 4, 6; обозначения как в табл. 1 и 2.

в «идеальном» случае — всегда один клещ в ячейке. Отметим значительную корреляцию между указанным коэффициентом и размером выборки (табл. 4 признаки 34—5), интенсивностью (признаки 34—6), экстенсивностью (признаки 34—7) поражения расплода. Уменьшение размера расплода ведет к уменьшению однородности распределения клещей, уве-

Таблица 4. Результаты корреляционного анализа некоторых статистических параметров и коэффициентов корреляции выборок N1—8

	5	6	7	23	24	13	14
6	— .589						
7	— .406	.849					
23	.281	— .315	— .213				
24	.306	— .390	— .254	.973			
13	— .088	— .146	.021	.073	.054		
14	— .155	— .211	— .031	.334	.368	.902	
34	.719	— .888	— .680	— .002	.052	.210	.095

Примечание. 5 — величина выборки; 6 — средняя арифметическая (интенсивность заражения); 7 — плотность заражения клещами (отношение количества заселенных ячеек к общему их числу, экстенсивность); 23 — коэффициент корреляции между вертикальной координатой и количеством клещей в ячейке (признаки 2, 3 предыдущей таблицы); 24 — коэффициент корреляции между вертикальной координатой и наличием клещей в ячейке (признаки 2, 4); 13 — коэффициент корреляции между горизонтальной координатой и количеством клещей в ячейке (признаки 1, 3); 14 — коэффициент корреляции между горизонтальной координатой и наличием клещей в ячейке (признаки 1, 4); 34 — коэффициент корреляции между количеством и наличием клещей в ячейке (признаки 3, 4).

личению интенсивности (в большей степени), увеличению экстенсивности (в меньшей степени) поражения расплода. То есть предыдущие наши выводы подтверждаются еще раз.

Некоторые выводы нашего исследования согласуются с результатами других авторов, не использовавших математическую обработку для подтверждения своих обобщений. Скопления клещей в ячейках обнаруживали Де Джонг и Морс (1984), указывая на стремление *Varroa* проникать в уже занятые другими клещами ячейки. Авторы полагают, что это является определенным механизмом сокращения частоты инбридинга между особями нового поколения. Причем в ячейках пчелиного расплода бывает мало таких «группировок» клещей. По нашему мнению, такие скопления не связаны с защитой от инбридинга, а зависят от величины расплода. К такому выводу могли прийти и авторы названной работы, так как они отмечают отсутствие группировок клещей в пчелином расплоде, который занимает в семье значительно большую площадь. На обратную зависимость между площадью расплода и экстенсивностью инвазии указывают также Мельник и Муравская (1981), Фуш (Fusch, 1986). В работе Фуша (Fusch, 1986) было проведено сравнение количественного распределения клещей с распределением Пуассона. По данным этого автора случайное распределение не подтверждается, а отклонения от случайного распределения такие же, как и те, что получены нами на трутневом расплоде. Представляет несомненный интерес также вывод упомянутого автора о том, что интенсивность инвазии повышается с увеличением возраста расплода.

Таким образом, при анализе количественных показателей заражения клещами *Varroa jacobsoni* трутневого расплода пчел выявлена тенденция к образованию групп клещей в одной ячейке. Эта тенденция связана, по мнению авторов, с локальными увеличениями плотности заселения расплода клещами и усиливается при уменьшении размера расплода. При анализе пространственного распределения клещей не выявлены какие-либо закономерности в масштабе гнезда. Ориентация на леток при заселении расплода не обнаружена. Выявлена тенденция увеличения плотности и интенсивности заражения верхней части участка расплода, незначительно усиливающаяся при уменьшении размера расплода. Обе упомянутые тенденции тесно связаны с величиной участка трутневого расплода и нивелируются при определенном его увеличении.

- Артемченко Л. П., Сабатин В. М. Некоторые вопросы эпизотологии варроатоза и биологии клеща *Varroa jacobsoni* // Технология производства продуктов пчеловодства.— М.: Колос, 1980.— С. 185—189.
- Ветлова И. В., Галенова В. С. Распределение клещей на соте и тепловой режим // Пчеловодство.— 1984.— № 9.— С. 18—20.
- Де Джонг Д., Морс Р. А. Распространение Варроа Якобсона в расплодных сотах и его влияние на развитие пчелиных семей // Апиакта.— 1984.— № 2.— С. 61.
- Докторов Ю. С., Голоскоков В. Т., Степочкин А. П., Лазарев В. В. Некоторые данные по варроатозу пчел // Профилактика и ликвидация болезней домашних животных и птиц.— Ульяновск, 1980.— С. 29—34.
- Ланге А. Б., Нацкий К. В., Тацкий В. М. Определение степени пораженности пчел варроатозом // Пчеловодство.— 1978.— № 3.— С. 25.
- Мельник В. Н., Муравская А. И. Соты с трутневыми ячейками и варроатоз // Ветеринария.— 1981.— № 4.— С. 50—51.
- Полтев В. И. Еще о варроатозе // Пчеловодство.— 1973.— № 5.— С. 27—29.
- Сальченко В. Л. Гамма-клетка *Varroa jacobsoni* (Oudemans, 1904) — паразит медоносной пчелы на Дальнем Востоке и изыскание эффективных средств борьбы с ним: Автореф. дис. ... канд. вет. наук.— М., 1972.— 28 с.
- Fremuth W. Populationsdynamik von *Varroa jacobsoni* Oudemans 1904 in standardisierten bienenvolkern von *Apis mellifera* L. im Beobachtungszeitraum von Juni—October 1983 // Dopl. Arb. Uni. Hohenheim.— Tübingen, 1984.— 108 p.
- Fushs S. The distribution of *Varroa jacobsoni* on honey bee brood combs and withering brood cells as a consequence of fluctuating infestation rates // Proc. of the Europ. Expert's Group Meeting.— Bad Homburg, 1986.— P. 1—4.